التحولات التلقائية في الأعمدة وتحصيل الطاقة

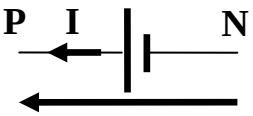
Les transformations spontanées dans les piles et production d'énergie

* العمود هو مولد كهربائي يحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن تفاعل أكسدة – اختزال تلقائي ، إلى طاقة كهربائية .
* عندما تكون الأنواع الكيميائية لمزدوجتين مختزل / مؤكسد مختلطة ، يكون الانتقال التلقائي للإلكترونات من مختزل مزدوجة إلى مؤكسد مزدوجة أخرى مباشر .
* عندما تكون الأنواع الكيميائية لمزدوجتين مختزل / مؤكسد منفصلة ، يكون الانتقال التلقائي للإلكترونات من مختزل مزدوجة إلى مؤكسد مزدوجة أخرى غير مباشر عبر دارة خارجية وبعد ربطهما بقنطرة ملحية .
* تكوّن صفيحة فلزية M_1 مغمورة في محلول يحتوي على $M_1^{n_1+}$ ، نصف عمود وتسمى الصفيحة إلكترودا .
* يتكون العمود من مقصورتين تسميان نصف عمود مرتبطين كهربائيا بواسطة قنطرة ملحية .
* التمثيل الاصطلاحي لهذا العمود :

أنود (أكسدة) ⊖ $M_{1(s)}/M_{1(aq)}^{n_1+} :: M_{2(aq)}^{n_2+}/M_{2(s)}$ ⊕ كاثود (اختزال)

$M_{1(s)} \leftrightharpoons M_{1(aq)}^{n_1+} + n_1 e^-$ ، $M_{2(aq)}^{n_1+} + n_2 e^- \leftrightharpoons M_{2(s)}$

* أثناء اشتغال العمود ، يكون في غير حالة التوازن ، يحدث تفاعل أكسدة – اختزال $Q_r \to K$ فيستهلك العمود حيث تنتقل الإلكترونات في الدارة الخارجية من الأنود إلى الكاثود .
في القنطرة الملحية تنتقل الأنيونات نحو نصف العمود الأنودي و الكاتيونات نحو نصف العمود الكاثودي .
* يتميز العمود بـ قطب موجب و قطب سالب / قوة كهرمحركة E / مقاومة داخلية r .
يمكن الأمبيرمتر المركب على التوالي مع العمود من تحديد شدة التيار وقطبية العمود .
يمكن الڤولطمتر المركب بين مربطي عمود معزول من تحديد قطبية العمود و قيمة القوة الكهرمحركة E حيث $E = |$ التوتر الذي يشير إليه الڤولطمتر $|$ أيا كان منحى تركيبه .



$U_{PN} = E - r.I$

* أثناء اشتغال العمود: $Q = \mathcal{N}.e = n(e^-).\mathcal{N}_A.e = n(e^-).F = I.\Delta t$ مع $F = 9,65.10^4 C/mol$

تمرين 1 :

التمثيل الاصطلاحي لعمود دانييل:

⊕ $Zn_{(s)}/Zn_{(aq)}^{2+} :: Cu_{(aq)}^{2+}/Cu_{(s)}$ ⊖

القوة الكهرمحركة للعمود : $E = 1\,V$

1- اعط تبيانة العمود المرتبط بموصل أومي مقاومته R .

2- حدد عليها منحى التيار I ، ومنحى انتقال الإلكترونات ، ومنحى هجرة الأيونات ، علما أن القنطرة الأيونية عبارة عن محلول نترات البوتاسيوم مختر بواسطة الأغرة $(Agar - Agar)$.

3- يزود العمود الدارة بتيار شدته $I = 100\,mA$ خلال $\Delta t = 1\,h$. احسب Q كمية الكهرباء التي ينتجها العمود بالوحدة C ثم Ah .

4- اكتب نصفي معادلة أكسدة – اختزال ثم المعادلة الحصيلة المنمذجة للتحول الذي يحدث أثناء اشتغال العمود.

تمرين 2 :

نعتبر عمودا زنك – حديد $(Zn^{2+}/Zn$ و $Fe^{2+}/Fe)$ ، يغذي دارة متوالية تتكون من أمبيرمتر وموصل أومي .

يشير الأمبيرمتر لشدة تيار موجبة عند ربط قطبه Com بإلكترود الزنك .

1- اعط تبيانة العمود موضحا عليها منحى انتقال الإلكترونات ثم عين قطبية العمود .

2- اكتب نصفي المعادلتين بجوار كل إلكترود ثم المعادلة الحصيلة .

3- خلال ساعة واحدة من اشتغال العمود ، ازدادت كتلة إلكترود الحديد بـ $m = 56\,mg$. حدد قيمة x خلال هذه المدة .

4- أوجد كتلة الزنك m' المستهلكة خلال نفس المدة .

5- نعتبر شدة التيار I المار في الدارة ثابتة خلال هذه المدة. عبر عن I بدلالة x و F و $n(e^-)$ ، ثم احسب قيمته .

نعطي : $M(Fe) = 56\,g.mol^{-1}$ و $M(Zn) = 65\,g.mol^{-1}$ و $1F = 9,65.10^4\,C.mol^{-1}$

تمرين 3 :

ننجز عمودا كهركيميائيا حسب التبيانة الاصطلاحية :

$$\ominus \quad Zn_{(s)}/Zn^{2+}_{(aq)} \;::\; Au^{3+}_{(aq)}/Pt \quad \oplus$$

حيث Pt إلكترود من البلاتين غير قابل للتأكسد عند اشتغال العمود .

حجم المحلول في كل نصف عمود هو : $V = 250mL$.

تركيز $Au^{3+}_{(aq)}$ هو $C = 0,1\ mol.L^{-1}$ وتركيز $Zn^{2+}_{(aq)}$ هو $C' = 1,0\ mol.L^{-1}$.

1- اكتب معادلة التفاعل أثناء اشتغال العمود ، وما هو الفلز الذي يوضع على البلاتين .

نعطي Au^{3+}/Au و Zn^{2+}/Zn

2- عبر عن $Q_{r,i}$ بدلالة C و C' ، ثم احسب قيمته .

3- نعتبر أن التفاعل كلي ، احسب تركيز Zn^{2+} عند نهاية التفاعل حيث تختزل جميع الأيونات Au^{3+} .

4- احسب كتلة الذهب المتوضع على إلكترود البلاتين Pt.

5- إلكترود البلاتين عبارة عن أسطوانة ارتفاعها $h = 4\ cm$ وقطرها $d = 5\ mm$ مغمورة كليا في المحلول . نعتبر أن السمك e لقشرة الذهب مهمل أمام قطر إلكترود البلاتين $(d \gg e)$. احسب السمك e .

6- احسب عند نهاية التحول كمية الكهرباء Q التي ينتجها العمود .

7- علما أن شدة التيار الكهربائي المار في الدارة ثابتة قيمتها $I = 100\ mA$. احسب المدة الزمنية Δt اللازمة للحصول على قشرة الذهب المتوضع .

نعطي : $M(Au) = 197\ g.mol^{-1}$ و كثافة الذهب $d_{Au} = 19,5$ و $\rho_{eau} = 1\ g.cm^{-3}$

و $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$

تمرين 4 :

ننجز عمود الكادميوم – الفضة الذي يحتوي على Ag^{+}/Ag و Cd^{2+}/Cd .

المحلولان الإلكتروليتات لهما التركيز البدئي $C = 0,15\ mol.L^{-1}$ ، كتلة الجزء المغمور لإلكترود الكادميوم هي $m = 3\ g$. خلال اشتغال العمود تتناقص كتلة إلكترود الكادميوم ويتوضع فلز الفضة على إلكترود الفضة .

1- اكتب نصفي المعادلتين عند كل إلكترود ثم استنتج المعادلة الحصيلة .

2- حدد قيمة التقدم x للتفاعل عند استهلاك الكادميوم المغمور في المحلول بكامله .

3- ما هو الحجم الأدنى للمحلول الإلكتروليتي الذي يجب استعماله ليستهلك الجزء المغمور من الكادميوم كليا ؟

4- احسب كتلة الفضة المتكونة على الجزء المغمور لإلكترود الفضة .

نعطي $M(Ag) = 108\ g.mol^{-1}$

و $M(Cd) = 112,4\ g.mol^{-1}$

تمرين 5 :

ننمذج التفاعل الحاصل خلال اشتغال عمود الرصاص – الفضة بالمعادلة التالية :

$$2Ag^{+}_{(aq)} + Pb_{(s)} \leftrightharpoons 2Ag_{(s)} + Pb^{2+}_{(aq)}$$

يحتوي كل كأس من نصفي العمود على كاثيون فلزي تركيزه $C_0 = 0,5\ mol.L^{-1}$.

1- حدد المزدوجتان المتفاعلتان .

2- اكتب أنصاف المعادلة الإلكترونية التي تحدث بجوار كل إلكترود و قطبية العمود علما أن تطور المجموعة يتم في المنحى المباشر .

3- مثل تبيانة العمود و اعط تبيانته الاصطلاحية .

4- بعد مرور المدة الزمنية $\Delta t = 40\ min$ ، ازدادت كتلة إلكترود الفضة بـ $\Delta m = 54\ mg$ ، حدد تغير كتلة إلكترود الرصاص أثناء هذه المدة .

5- أوجد قيمة شدة التيار، الذي نعتبره ثابتا ، أثناء مدة التجربة .

نعطي : $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$

و $M(Ag) = 108\ g.mol^{-1}$

و $M(Pb) = 207\ g.mol^{-1}$